

창호 및 벽체의 단열성능에 따른 건물에너지효율등급 평가 연구 -공동주택을 중심으로-

김치훈[†], 안병립, 김지연*, 장철용**

경북대학교 건축공학과/KIER, *인하대학교 건축공학과/KIER, **한국에너지기술연구원

A Study on the Evaluation of Building Energy Rating considering the Insulation Performance of the Window and Wall in Apartment Houses

Chi-Hoon Kim[†], Byung-Lip Ahn, Ji-Yeun Kim*, Cheol-Yong Jang**

Dept. of Architectural Engineering Kyungbook University, Daegu 702-701, Korea/KIER

*Dept. of Architectural Engineering Inha University, Incheon 402-751, Korea/KIER

**Korea Institute of Energy Research Center, Daejeon 305-343, Korea

ABSTRACT: According to the building regulation U-value limitation of window is 3.3W/m² · K in southern regions, while U-value limitation of wall is 0.35~0.58W/m² · K. It means that the energy loss through windows is five times more than it through wall. Therefore, this study analyze how much it has affected building energy rating when the insulation performance of windows and walls is changed by building regulation. In conclusion, in order to obtain 2 rating thermal performance of windows is improved more than 10 percent of U-value limitation and it of wall is improved more than 20 percent. The thermal performance of windows is improved more than 20 percent of U-value limitation and it of wall is improved more than 30 percent to receive 1 rating.

Key words: Building Energy Rating System(건물에너지효율등급), Insulation Performance(단열성능), Apartment House(공동주택)

기 호 설 명

R_{HC} : 표준주택의 난방에너지소요량(MJ/m² · 년)

A_{HC} : 신청주택의 난방에너지소요량(MJ/m² · 년)

I_R : 단위세대 가산항목 절감율(%)

A_R : 단위세대 전용면적(m²)

A_H : 단위공동주택의 총전용면적(m²)

I_H : 단위공동주택 가산항목 절감율(%)

A_A : 신청주택의 총전용면적(m²)

1. 서 론

고유가로 에너지 절감에 대한 공감대가 확산되면서, 에너지 효율이 높은 건축물에 대한 관심도 그 어느 때보다 높아지고 있는 실정이다. 또한 현대인은 대부분의 시간을 집, 사무실, 공장, 상업시설 등과 같은 실내 환경 속에서 보내고 있으며 이러한 실내 환경을 쾌적하게 만들기 위해서는 에너지의 사용이 필수적이다. 현재 우리나라는 에너지의 해외의존도가 약 97%에 달하고 있으며, 우리나라 전체 에너지 사용량 중 건물부분(상업 및 가정부문)이 차지하는 비율은 약 24%에 이르고 있어 건축물의 열성능 향상을 위한 에너지절약 문제는 매우 중요한 의미를 갖고 있다고 볼 수 있다.

[†] Corresponding author

Tel.: +82-042-860-3723; fax: +82-042-860-3202

E-mail address: kchiya@kier.re.kr

건물의 에너지 흐름을 보면 실내외의 열의 흐름은 건물의 여러 구조체 중에 특히 열관류율이 낮은 창호를 통해 이루어지고 있다. 2008년 7월에 개정된 창호와 벽체의 건축법 기준을 보면, 창호의 열관류율이 벽체보다 5배 이상 높다는 것을 알 수 있다. 이는 그만큼 창호를 통해 손실되는 에너지가 많다고 볼 수 있다. 그러므로 건축물 에너지 절약과 열성능 향상을 위한 일반적인 방법으로 단열기술은 가장 효과적이기 때문에 수차례의 부위별 단열기준 개정과 법적 의무화나 규제에 의한 강제적인 방법으로 에너지절약에 크게 이바지 하여왔다. 또한 건물에너지효율등급인증 제도로 건물 에너지 성능을 검증, 평가할 수 있는 방안을 마련하여 건축주나 시설관리자에게 경제적 이익과 건축물의 내구성 및 가치의 상승효과를 인식시켜 자발적 에너지절약 의지를 고취시켜 왔다.

따라서 본 논문에서는 현재 우리나라의 건축법을 기준으로(지역별 건축물부위의 열관류율표) 창호 및 벽체의 단열성능을 변경 하였을 때 건물 에너지효율등급에 미치는 영향을 분석하였으며, 다음과 같은 방법으로 진행하였다.

- (1) 현재 시행되고 있는 건물에너지효율등급 인증제도와 그 평가방법을 조사한다.
- (2) 예비인증을 받은 신청주택에 건축법기준 열관류율을 적용하여 창호 및 벽체 단열성능을 변경한다.
- (3) 에너지효율등급과 난방에너지소요량, 창호와 벽체의 성능 차이를 비교, 분석한다.

2. 건물에너지 효율등급인증제도

2.1 건물에너지 효율등급인증제도 개요 및 현황

건물에너지효율등급인증제도는 기후변화협약에 대응하기 위해 건축물 부분에서 구체적 실천방안 및 대책방안으로 만들어졌다. 건물에너지효율등급인증제도의 도입으로 인해 기존건물의 에너지 성능기준이 설정되어 등급화 되고 신축건물에는 에너지절감목표치가 정해지므로 설계자나 건축주에게 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 지침으로 활용가능하게 되었으며 각종 건물에너지 절약을 위한 평가 자료로 활용할 수 있다.

2등급 이상을 취득한 공동주택은 세제 및 금융상의 우대조치와 에너지절약 투자에 대한 감면조치, 기존건물의 에너지절약 개보수 자금의 용자, 설비나 공업의 도입 및 개보수 자금의 용자, 세금감면의 지원책이 마련되어 있다.

2.2 평가기준과 평가방법

인증제도의 평가 등급은 3등급으로 나뉘어져 있으며 각각의 에너지절감율은 표 1.과 같다.

Table 1 에너지효율등급인증기준

등급	총에너지절감율
1	33.5 % 이상
2	23.5 ~ 33.5 % 미만
3	13.5 ~ 23.5 % 미만

공동주택의 에너지성능평가는 2-zone해석 모델에 의한 가변난방도일법과 기타해석모델을 이용하여 공동주택의 난방공간과 비난방공간을 해석할 수 있도록 하였고 구성항목은 난방공간과 비난방공간의 건물치수, 환기율, 외피열손실, 태양열취득, 실내열취득, 보일러의 효율 및 시스템의 손실 등으로 구성되어 있다.

신청주택 에너지효율은 에너지효율평가기준에 따라 평가하며 신청주택의 단위세대 에너지 절감율은 표준주택의 단위세대 난방에너지소요량에서 신청주택의 단위세대 난방에너지소요량을 제하고, 이를 표준주택 단위세대 난방에너지소요량으로 나눈 백분율에 신청주택의 단위세대 가산항목에 해당하는 절감율을 더하여 산출한다. 단위세대와 단위공동주택의 에너지 절감율, 총에너지절감율은 다음과 같다.

$$E_R(\%) = \frac{R_{HC} - A_{HC}}{R_{HC}} \times 100 + I_R \quad (1)$$

$$E_H(\%) = \frac{\sum E_R \times A_R}{A_H} + I_H \quad (2)$$

$$E_A(\%) = \frac{\sum E_H - A_H}{A_A} \quad (3)$$

표준주택은 신청주택의 에너지효율등급을 평가하기 위해 기준이 되는 주택으로서, 현재 많이 설계되고 있는 일반적인 건물의 수준을 말하며, 설정기준은 아래 Table 2와 같다.

Table 2 표준주택의 설정기준

설 정 항 목	단위세대(난방공간)	계단실 (비난방공간)
평면 및 바닥면적	신청주택의 평면 및 바닥면적과 동일	신청주택과 동일
장단변 길이	신청주택과 동일	신청주택과 동일
벽체, 지붕, 바닥의 열관류율	건축법의 지역별 열관류율 적용	4.0W/m ² K (3.44kcal/m ² °C)
창호 열관류율	3.3W/m ² K (2.8kcal/m ² °C) (창호및창틀 포함)	6.60W/m ² K (5.68kcal/m ² °C)
창면적	[신청주택 창면적 + (신청주택 전용면적*0.25-3)]/2	신청주택과 동일
창호의 위치	기준층 층고의 1/2높이를 중심으로 상하로 위치	
일사 취득율	신청주택과 동일	신청주택과 동일
차양의 위치	세대 전면 및 후면의 층고 높이에 위치	
현관문의 종류	2.1m ² 크기의 불투명한 1개의 현관출입문	
현관문 열성능	2.60W/m ² K(2.24 kcal/m ² °C)	
환기율	0.7회/시간	2.0회/시간

* 건물에너지효율등급 인증제도의 운영규정.
** 실내측 창호는 복층이며 발코니측 창호는 단창.
(모든 Frame은 PVC)

3. 건물 개요

3.1 건물의 건축적 개요

본 논문에서 사용된 공동주택의 단위세대는

84A형과, 84B형, 118형 타입이 있으며, 총 세대수는 544세대이며 발코니를 확장하지 않은 기준형을 기준으로 하였다. 204동의 총바닥면적은 8,110m², 창호면적은 2035m²의 철근콘크리트조이며 건물의 천정고는 2.3m, 층수는 20층이며, 창호면적은 현관문을 제외한 벽체면적의 약 24.59%를 차지하고 있으며, 본 연구에서는 204동을 기준으로 절감율과 난방에너지를 비교하기로 하였다. 건물의 평면도는 아래와 같다.



Fig. 1. 공동주택 평면도

3.2 외벽 구성

본 연구의 비교대상이 되는 표본건물모델은 기본형으로 하였으며 물성치는 기존 건물에 건축법 기준 열관류율을 적용하였다.

Table 3 건축법기준 구조체 열관류율

분류	건축법 기준 (W/m ² ·K)
외벽	0.58
구조체 열성능	0.47
지붕	0.35
바닥	0.41
창호	3.3
열성능 발코니	6.6

4. 건물에너지효율등급 평가 분석

4.1 창호 단열성능 변화

본 모델의 구조에 대하여 창호와 벽체의 단열 성능을 변화시킨 경우 각 창호와 벽체에 따른 열 성능은 다음과 같다.

기본모델인 Win-1과 Wall-1은 건축법에 의거, 열관류율을 적용하였고, 비교 건물은 창호성능과 벽체성능에 따른 열관류율을 계산하기 위해 창호와 벽체를 제외한 부분은 기본적으로 신청주택과 동일하게 하였다.

Table 4 창호열성능에 따른 절감율 변화

구분	창호
Win-1	건축법 기준
Win-2	창호 열성능 10% 증가
Win-3	창호 열성능 20% 증가
Win-4	창호 열성능 30% 증가
Win-5	창호 열성능 40% 증가
Win-6	창호 열성능 50% 증가

Table 5 창호열성능 변화에 따른 결과

구분	절감율(%)	단위면적당 난방에너지소요량 (MJ/m ² ·년)	효율등급
Win-1	18.77	326.15	3등급
Win-2	23.54	307.90	2등급
Win-3	28.26	289.80	2등급
Win-4	32.90	272.00	2등급
Win-5	37.51	254.35	1등급
Win-6	42.03	237.01	1등급

위의 Table 5를 보면, Win-1에서 신청주택에 건축법 설정기준을 적용한 건물의 에너지효율등급은 3등급 수준으로 산정되었다.

Win-2를 보면 창호의 열성능을 10%증가하였을 때 2등급으로 산정되었다.

Win-5의 경우 창호 열성능을 40% 증가시켰을 때 1등급으로 산정되었다.

4.2 벽체 단열성능 변화

Table 6 벽체열성능에 따른 절감율 변화

분류	창호
Wall-1	건축법 설정 기준
Wall-2	벽체 열성능 10% 증가
Wall-3	벽체 열성능 20% 증가
Wall-4	벽체 열성능 30% 증가
Wall-5	벽체 열성능 40% 증가
Wall-6	벽체 열성능 50% 증가

Table 7 벽체열성능 변화에 따른 결과

분류	절감율(%)	단위면적당 난방에너지소요량 (MJ/m ² ·년)	효율등급
Wall-1	18.77	326.15	3등급
Wall-2	22.06	312.98	3등급
Wall-3	25.35	299.80	2등급
Wall-4	28.52	297.88	2등급
Wall-5	31.89	273.62	2등급
Wall-6	35.13	260.65	1등급

위의 Table 7에서, Wall-2을 보면, 벽체의 경우 단열성능 10% 증가시 3등급을 받았고, 20%증가시 2등급이 되었다.

Wall-6에서 벽체는 50%의 단열성능을 향상시켰을 때 1등급이 나왔다.

Table 5와 Table 7을 바탕으로, 각 창호 및 벽체의 단열성능 향상에 따른 난방에너지소요량과 에너지절감율을 분석하여 그래프로 각각 나타내면 다음과 같다.

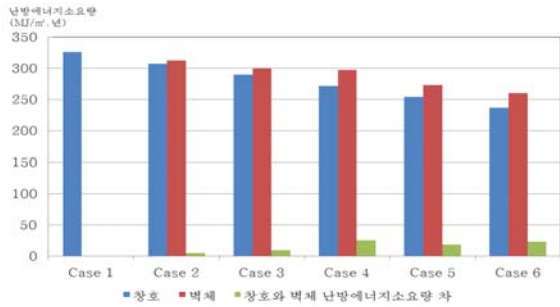


Fig 2. 창호와 벽체 난방에너지 소요량 비교

위 Fig 2에서 단위면적당 난방에너지소요량이 벽체의 경우 312.98 MJ/m²·년이고 창호의 경우 307.9 MJ/m²·년으로써 창호와 벽체의 난방에너지소요량의 차이가 근소하게 나타난다.

Case3과 Case4를 비교해보면 창호의 난방에너지소요량은 감소하는데 반해 벽체의 난방에너지소요량은 거의 차이가 없다.

Case5와 Case6를 보면 창호와 벽체의 난방에너지소요량 차가 Case5의 경우가 더 높았다. 이는 창호가 일정하게 난방에너지소요량이 감소하지만 벽체의 경우 반드시 그렇지만은 않다고 판단된다.

4.3 벽체와 창호 단열성능 변화

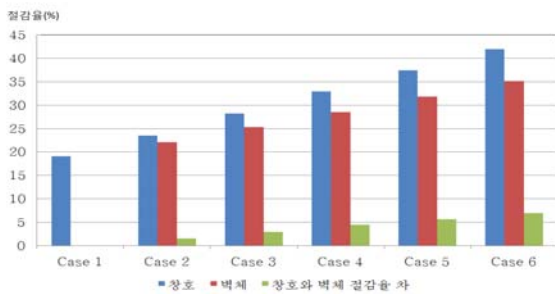


Fig 3 창호와 벽체 단열성능 비교(%)

위의 Fig 3을 보면, 창호와 벽체의 열성능을 동일하게 10%, 20%, 30%, 40%, 50%씩 각각 향상시켰을 때 건축법기준 대비하여 창호의 절감율의 증가폭이 벽체의 증가폭 보다 컸다.

창호와 벽체의 절감율 차이는 Case2 경우 1.48%이며 Case3은 2.91%, Case4은 4.38%, Case5은 5.62%, Case6의 경우는 6.9%로써 단열성능을 단계별로 향상시키면 시킬수록 창호와 벽체의 열성능 차이는 커졌음을 알 수 있다.

Table 8 열성능에 따른 절감율 변화(창호+벽체)

구분	창호
Case 1	건축법 설정 기준
Case 2	창호 10%
Case 3	벽체 10% 증가 창호 20%
Case 4	창호 30%
Case 5	창호 10%
Case 6	벽체 20% 증가 창호 20%
Case 7	창호 30%
Case 8	창호 10%
Case 9	벽체 30% 증가 창호 20%
Case 10	창호 30%
Case 11	창호 10%
Case 12	벽체 40% 증가 창호 20%
Case 13	창호 30%

위의 Table 8은 창호와 벽체의 단열성능 향상 시 창호에 비해 효율등급이나 절감율, 난방에너지소요량의 변화의 폭이 적은 벽체에 대해 비교 분석 하였다.

Table 9 열성능 변화에 따른 결과(창호+벽체)

구분	절감율(%)	단위면적당 난방에너지소요량 (MJ/m ² ·년)	효율등급
Case 1	18.77	326.15	3등급
Case 2	26.81	294.78	2등급
Case 3	31.50	276.83	2등급
Case 4	35.58	259.12	1등급
Case 5	30.07	281.74	2등급
Case 6	34.72	263.94	1등급
Case 7	37.55	246.39	1등급
Case 8	33.3	268.77	2등급
Case 9	37.92	251.09	1등급
Case 10	42.45	233.74	1등급
Case 11	36.53	255.85	1등급
Case 12	41.10	238.36	1등급
Case 13	45.60	221.10	1등급

위의 Table 9를 보면, Case2에서 단열성능 10%증가 벽체의 경우 창호열성능을 10% 증가하였을 때 2등급이 되었다.

Case4를보면 창호 열성능 30% 향상시 1등급을 받을 수 있었다.

Case6에서는 20% 창호열성능 증가시 1등급이 되었다.

Case11을 보면, 10%의 열성능만 향상시켜도 1등급이 되었다.

5. 결 론

건축법기준(지역별 건축물부위의 열관류표, 남부 지역)을 토대로 창호와 벽체의 열성능 차이에 따라 난방에너지소요량과 건물에너지효율등급, 창호와 벽체의 단열성능 차이에 대해 분석하였다.

(1) 난방에너지소요량은 단열성능 10%정도의 향상시 벽체나 창호의 경우 크게 차이가 나지 않는 것으로 보여지며, 창호의 열성능 향상은 난방에너지소요량의 감소가 일정하지만, 벽체의 경우는 반드시 일정하지 않았다. 보다 효과적인 에너지효율을 위해서는 최소 20%이상의 단열성능을 향상시켜야 하며, 벽체보다는 창호의 열성능 향상이 보다 나은 효율을 가져 올 것으로 판단된다.

(2) 창호와 벽체의 단열성능은 점차 증가할수록 열성능 차이가 커지는 것으로 보아, 벽체의 단열성능 향상 보다는 창호의 단열성능을 향상이 보다 나은 에너지절약효과를 얻을 수 있다고 판단된다.

(3) 에너지효율등급에서 창호의 경우 각종 세제 및 금융상의 우대조치를 받을 수 있는 2등급을 취득하기 위해서는 기준법기준 대비 창호는 10%이상, 벽체는 20% 이상의 열성능을 가지는 단열을 적용하여야 한다.

(4) 1등급에 해당하는 건물인증을 받기 위한 조건은 건축법 대비 벽체 20%, 창호 30% 이상의 열성능을 향상 시키는 것이 가장 효율적이라 판단된다.

본 연구는 창호와 벽체의 단열성능에 따른 건물에너지효율등급과 난방에너지소요량의 데이터를 비교 분석하였다. 이를 토대로 용도에 따라 2등급이상의 건물에너지효율등급평가를 받고, 난방에너지를 줄이기 위해 창호와 벽체 선정에 활

용될 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 에너지관리공단의 에너지·자원기술 개발사업인 “건물에너지 효율등급평가 프로그램의 비교해석 및 에너지소비량 분석” 지원 사업으로 수행되었음을 알려 드립니다.

참 고 문 헌

1. Park, H. S. et al., 2001, A Study on the building energy rating system and its transfer, Report of Korea Institute of Energy Research, KIER-A03929
2. Koo, B. K. et al., 2007, Optimum Insulation of aluminum curtain wall fastening unit for residential complex in the aspect of heating energy performance and economical efficiency, Architectural Institute of Korea, Vol.23, No. 2, pp. 189-198.
3. Park, H. S. et al., 2006, The effect of building energy rating on the balcony remodeling in apartment, Architectural Institute of Korea, Vol. 22, No. 3, pp. 295-302.
4. Park, D. S. 2008. 2. A study on the Building Energy Performance Evaluation by Solar Heat Gain Coefficient(SHGC) of Low-e Window
5. A. K. Athienitis & M. Santamouris, Thermal Analysis and Design of Passive Solar Buildings. James &James, pp. 83 ~ 116, 2003